

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003118

International filing date: 25 February 2005 (25.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-052114  
Filing date: 26 February 2004 (26.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

28.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 2 月 2 6 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 5 2 1 1 4

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

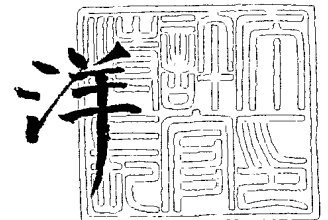
J P 2 0 0 4 - 0 5 2 1 1 4

出 願 人  
Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

2 0 0 5 年 4 月 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2003-0909  
【提出日】 平成16年 2月26日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01J 1/02  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社  
                        内  
    【氏名】 柴山 勝己  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000236436  
    【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100088155  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 長谷川 芳樹  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100092657  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 寺崎 史朗  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100124291  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 石田 悟  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 014708  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

赤外線センサにおいて、  
赤外線検出部が形成された半導体基板と、  
前記半導体基板に対向する赤外線透過基板と、  
前記半導体基板及び前記赤外線透過基板間に部分的に介在し、これらの基板間に空間を与える接着層と、  
を備え、

前記半導体基板は、前記接着層に対向する位置に前記赤外線検出部からの電気信号を取り出すための貫通孔を有していることを特徴とする赤外線センサ。

**【請求項 2】**

前記空間内には、前記赤外線透過基板の前記赤外線検出部側への撓みを抑制する撓み防止壁が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の赤外線センサ。

**【請求項 3】**

前記赤外線検出部の数は複数であり、前記撓み防止壁は前記赤外線検出部間に設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の赤外線センサ。

**【請求項 4】**

前記赤外線検出部は、前記半導体基板に形成されたメンブレン構造上に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の赤外線センサ。

**【請求項 5】**

赤外線センサの製造方法において、

半導体基板上に形成予定のメンブレンの一部をなす薄膜上に赤外線検出部を形成する工程と、

前記赤外線検出部が形成された前記薄膜の下側に中空部を形成することでメンブレン構造を形成する工程と、

前記半導体基板と、赤外線透過基板との間に、空間を与えられるよう接着層を前記半導体基板又は前記赤外線透過基板の少なくとも一方に部分的に形成した後、この接着層を介して前記半導体基板に前記赤外線透過基板を貼り合わせる工程と、

前記半導体基板の前記赤外線透過基板とは反対側から、前記半導体基板に貫通孔を形成する工程と、  
を備え、

前記貫通孔は、前記接着層に対向する位置に設けられていることを特徴とする赤外線センサの製造方法。

**【請求項 6】**

複数の赤外線センサを形成する場合、

前記貫通孔の形成後に、前記赤外線センサ間のダイシングライン上を切断し、個々の赤外線センサに分離することを特徴とする請求項 5 に記載の赤外線センサの製造方法。

**【請求項 7】**

前記接着層を介して前記半導体基板と前記赤外線透過基板との基板間に形成された空間は、真空が保持されていることを特徴とする請求項 1 の赤外線センサ。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】赤外線センサ及びその製造方法

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、赤外線センサ及びその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

従来のサーモパイル型の赤外線センサとしては、下記特許文献 1 ～ 3 に示すものが知られている。このような赤外線センサでは、隣接したポリシリコンとアルミニウムとで熱電対が形成されており、この熱電対による赤外線検出部によって入射した赤外線を検知している。

## 【0 0 0 3】

サーモパイルは、熱電対を微少な面積の中に直列に並べたものである。熱電対は、二種類の金属で回路をつくり、その二つの接合点を異なる温度に保つと、熱起電力が生じて電流が流れる「ゼーベック効果」の原理を利用した温度センサである。熱電対では、測温接点（温接点）と基準接点（冷接点）の間の熱起電力を測定している。

## 【0 0 0 4】

特許文献 1 に示す赤外線センサは、p 型半導体と n 型半導体とからなる熱電対が、片持梁上に形成されている例である。これらは、ゼーベック効果による熱電対の温接点と冷接点との温度差によって生じる起電力から、赤外線センサに入射した赤外線量を測定するので、熱電対を複数配置することにより、赤外線センサの高感度化を実現している。また、赤外線フィルタを備えた赤外線センサは特許文献 3 に記載されている。特許文献 3 では絶縁基板上に赤外線センサを形成した例が示されている。

【特許文献 1】特許 2 6 6 3 6 1 2 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 2 4 9 7 0 8 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 1 - 1 7 4 3 2 4 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0 0 0 5】

しかしながら、半導体基板に出力取り出し用の貫通孔を形成し、これにシリコン基板を貼り付ける場合、赤外線検出部とシリコン基板との間には温度検出特性向上のための空間が必要となり、この空間内部と赤外線センサの外部との圧力差により、貫通孔に形成した絶縁膜等が劣化・破損し、特性が劣化するという問題がある。

## 【0 0 0 6】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、特性を向上可能な赤外線センサ及びその製造方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0 0 0 7】

上述の課題を解決するため、本発明に係る赤外線センサは、赤外線検出部が形成された半導体基板と、半導体基板に対向する赤外線透過基板と、前記半導体基板及び前記赤外線透過基板間に部分的に介在し、これらの基板間に空間を与える接着層と、を備え、前記半導体基板は、接着層に対向する位置に赤外線検出部からの電気信号を取り出すための貫通孔を有していることを特徴とする。

## 【0 0 0 8】

この赤外線センサに入射した赤外線は、赤外線透過基板を透過し、熱電対等の赤外線検出センサ部に入射する。赤外線検出部は、これに入射した赤外線を電気信号に変換する。この電気信号は、貫通孔を介して外部に取り出される。赤外線検出部は、半導体基板及び赤外線透過基板間に介在する接着層によって形成された空間内に配置されている。したがって、赤外線検出部の温度変化に対する応答特性は向上する。

## 【0 0 0 9】

貫通孔は、この接着層に対向する位置に設けられている。したがって、例えば実装の際などに上記空間内外の圧力差が生じてても、貫通孔およびその底部は接着層によって支持されることとなり、当該貫通孔及びこれに形成される絶縁膜の劣化・破損が抑制され、赤外線センサの特性が向上する。

#### 【0010】

また、上記空間内には、赤外線透過基板の赤外線検出部側への撓みを抑制する撓み防止壁が設けられていることが好ましい。赤外線透過基板が撓んだ場合、これが赤外線検出部に当接し、赤外線検出部が破損したり当接することで熱伝導が大きくなり感度減少を招くことがある。この撓み防止壁は、かかる破損や感度劣化を防止するために設けられており、撓み防止壁の半導体基板からの高さは、赤外線検出部の上面よりも高く、赤外線透過基板が撓んだ場合には、これが撓み防止壁に当接し、赤外線透過基板の撓み量が抑制されることとなる。

#### 【0011】

赤外線検出部の数が複数である場合、撓み防止壁は赤外線検出部間に設けられていることが好ましい。すなわち、赤外線検出部が複数である場合には、赤外線透過基板は大型化するが、この場合には、撓み防止壁を赤外線検出部間に設けることで、撓み量を全体的に抑制することができる。

#### 【0012】

赤外線検出部は、半導体基板に形成されたメンブレン構造上に形成されていることが好ましく、この場合には、赤外線検出部の温度変化に対する応答性を向上させることができる。

#### 【0013】

また、前記接着層を介して前記半導体基板と前記赤外線透過基板との基板間に形成された空間では、真空が保持されていることが好ましい。熱エネルギーの移動には、熱伝導、対流、輻射が考えられる。後でも述べるが、赤外線検出部からの熱の移動の内、熱伝導に関わる部分は、熱を伝えにくい薄膜の上に赤外線検出部を形成することで、熱を逃がさなくしている。赤外線透過基板と半導体基板との間で構成される空間を真空とすることで、半導体基板上に形成された赤外線検出部に入射した赤外線（熱）を対流によって空間の側へ逃がすことがないため、より高感度の検出が可能となる。残る輻射に関しては、半導体基板の赤外線検出部に対向する面に金属等からなる赤外線反射膜を設けることで更に高感度の検出が可能となる。

#### 【0014】

上述の赤外線センサの製造方法は、半導体基板上のメンブレンとなる薄膜上に赤外線検出部を形成する工程と、前記赤外線検出部が形成された前記薄膜の下側に中空部を形成することでメンブレン構造を形成する工程と、前記半導体基板と、シリコンなどからなる赤外線透過基板との間に、空間を与えられるよう接着層を前記半導体基板又は前記赤外線透過基板又の少なくとも一方に部分的に形成した後、この接着層を介して前記半導体基板に前記赤外線透過基板を貼り合わせる工程と、前記半導体基板の前記赤外線透過基板とは反対側から、前記半導体基板に貫通孔を形成する工程とを備え、前記貫通孔は、前記接着層に対向する位置に設けられていることを特徴とする。

#### 【0015】

この製造方法によれば、貫通孔形成時の貫通孔等の破損・劣化を、接着層による支持によって抑制することで、特性の優れた上述の赤外線センサを製造することができる。

#### 【0016】

また、複数の赤外線センサを形成する場合、貫通孔の形成後に、赤外線センサ間のダイシングライン上を切断し、個々の赤外線センサに分離することが好ましい。この場合、半導体基板及び赤外線透過基板の貼りあわせ、及び貫通孔の形成が終了しているので、当該ダイシングによって、個々の赤外線センサを分離することで最終出荷形態に近い製品が完成する。したがって、この製造方法によれば、低コストで生産性が向上することとなる。

#### 【発明の効果】

## 【0017】

本発明の赤外線センサ及びその製造方法によれば、その特性を向上させることができ、更に低コストで生産性も向上させることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

以下、添付図面を参照して本発明にかかる実施の形態について説明する。ただし、同一要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。また、各構成要素の寸法の比率、特に各層の厚み等は、説明の都合上強調するために、現実と異なる場合がある。

## 【0019】

図1は、実施の形態に係る赤外線センサの側面図である。図2は、赤外線センサから赤外線透過基板を除いた平面図である。図3は、赤外線センサの底面図である。図4は、図2における赤外線センサのIV-IV矢印断面図である。

メンブレン構造の支持部材は、中空部分2を有する薄板部を備えた半導体基板1とこれを支持する薄膜（熱絶縁膜）3を有している。なお、半導体基板1はシリコン基板からなる。赤外線センサの裏側は、半導体基板1で閉鎖されており、表面のパッシベーション膜7の4個所にエッチングホール13を有している。すなわち、中空部分2が薄膜3の下部に形成されている。この赤外線センサでは裏側が半導体基板1により閉鎖された構造となっているため、リードフレームや回路基板等の支持部材にダイボンディングすることが容易となり、機械的な強度が高まる。

## 【0020】

なお、薄膜3は、SiN単層、SiO<sub>2</sub>単層、あるいはSiN、SiO<sub>2</sub>、PSG、BPSGのいずれかを含む多層膜からなるものでもよく、膜厚は0.1～5μmである。

## 【0021】

薄膜3上には、n型あるいはp型の不純物を $10^{17} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ ドーピングしたポリシリコン膜4と、絶縁膜となるSiO<sub>2</sub>膜5を介してアルミニウム膜6が積層されている。そして、SiO<sub>2</sub>膜5の開口穴部によってポリシリコン膜4とアルミニウム膜6とは接続され、熱電対を形成している。薄膜3および熱電対の露出表面は、SiNからなるパッシベーション膜7で被覆されており、中空部分2上部のパッシベーション膜7上には赤外線吸収膜8が形成されている。赤外線吸収膜8は、熱型の赤外線センサにおいては、赤外線を熱エネルギーとして捕らえるために設けられている。

## 【0022】

なお、SiO<sub>2</sub>膜5の代わりとしてPSG、BPSG、SiNなどの単層あるいはそれら絶縁層などから成る積層膜を用いてもよく、パッシベーション膜7はSiO<sub>2</sub>やPSG、BPSG、ポリイミド膜など単層あるいはそれらから成る積層の絶縁膜でもよい。また、赤外線吸収膜8には黒化樹脂が使用されており、この黒化樹脂にはカーボンフィラーなどの黒色フィラーを混ぜた樹脂（エポキシ系、シリコン系、アクリル系、ウレタン系、ポリイミド系など）や、黒色レジストなどを用いてもよい。

## 【0023】

図2に示すように、ポリシリコン膜4とアルミニウム膜6の長尺の積層構造は、半導体基板1外縁上部から、中央の中空部分2上部にわたって延びるように形成されている。なお、中空部分2の形状は、矩形（正方形または長方形）であり、各積層構造は、中空部分2の四辺に垂直な4方向に沿って延びている。

## 【0024】

ポリシリコン膜4とアルミニウム膜6とは中空部分2上で積層され、アルミニウム膜6の幅はポリシリコン膜4の幅より細く形成されている。そして、赤外線吸収膜8の形成されている領域のSiO<sub>2</sub>膜5の開口穴部で、積層されたポリシリコン膜4とアルミニウム膜6とは接続され、温接点11が形成されている。また、半導体基板1上部のSiO<sub>2</sub>膜5の開口穴部で、隣接したポリシリコン膜4とアルミニウム膜6とは接続され、冷接点12が形成されている。これら熱電対は直列に接続されており、ゼーベック効果により生じた起電力は、端子10により取り出される。

**【0025】**

この積層構造は、熱電対であるため熱電型の赤外線検出部（サーモパイル）4、6として機能する。すなわち、半導体基板1には赤外線検出部が形成されている。半導体基板1には、シリコン基板からなる赤外線透過基板FLが対向している。赤外線透過基板FLは、赤外線透過フィルタとして機能する。または赤外線透過基板の片面もしくは両面に反射防止膜を付加することで透過率を向上させたり、必要な波長のみを透過させるバンドパスフィルタを形成することができる。

**【0026】**

半導体基板（第1のシリコン基板）1と、赤外線透過基板（第2のシリコン基板）FLとの間には、接着層ADが部分的に介在している。接着層ADは、半導体基板1と赤外線透過基板FLとの間に空間を与えている。接着層ADの厚みは、赤外線吸収膜8の上面よりも高くなるように設定されており、赤外線吸収膜8や赤外線検出部と、赤外線透過基板FLの半導体基板と対向する面との間には隙間が介在する。

**【0027】**

本例の接着層ADは、例えばパイレックス（登録商標）ガラス等のシリコンとの間で陽極接合が可能な層からなる。半導体基板（第1のシリコン基板）1と赤外線透過基板（第2のシリコン基板）FLの少なくとも一方と接着層ADとは陽極接合されている。赤外線透過基板FLの中空部分2に対向する内側表面は凹部を構成していてもよく、この場合は赤外線透過基板FLの内側表面の周囲は凸部を構成し、かかる凸部と接着層ADとが接着されることとなる。接着層ADは、半導体基板1の外縁部に設けられており、矩形環状の枠部を構成している。したがって、接着層ADは、半導体基板1の外縁部と赤外線透過基板FLの外縁部との間に介在し、赤外線センサの内部空間を外気から密閉している。この内部空間は、好ましくは真空状態に設定される。赤外線透過基板と半導体基板との間の内部空間を真空とすることで、半導体基板上に形成された赤外線検出部の赤外線吸収膜に入射した赤外線（熱）を対流によって空間の側へ逃がすことがないため、より高感度の検出が可能となる。

**【0028】**

接着層ADは、例えば、コーニング社の#7740等のアルカリ金属を含むホウ珪酸ガラスからなることが好ましい。このガラスの熱膨張係数が $3.4 \times 10^{-6}$ であり、シリコンの熱膨張係数（ $= 3.6 \times 10^{-6}$ ）に近いからである。すなわち、この場合、製造工程における熱膨張係数の違いによる熱応力が最小限に抑えられ、中空部分等の機械的強度が弱い箇所に、応力がかかりにくくなる。

**【0029】**

接着層ADの接着には、陽極接合装置を用いて、半導体基板と接着層ADを陽極接合するが、陽極接合は400℃以下の低温で行われる。陽極接合時には、半導体基板1と赤外線透過基板FLとの間に250～800V程度の電圧を印加するが、陽極接合時の温度は比較的低温であるため、上述の熱応力も抑制することができる。陽極接合を真空装置内で行うことにより、赤外線センサの内部空間を真空状態で密閉することができる。

**【0030】**

また、陽極接合を窒素やキセノン等の不活性ガス雰囲気中に行えば、赤外線センサの内部空間を窒素やキセノン、クリプトン、アルゴン等の不活性ガスを充填した状態で密閉することができる。赤外線透過基板と半導体基板との間の内部空間に窒素やキセノンを充填して密閉することで、赤外線検出部やメンブレン構造、赤外線吸収膜が酸素に触れることを防げるため、劣化のない赤外線検出器とすることができる。更に、キセノンやクリプトン、アルゴンなどの熱伝導率が小さく、しかも重量の重いガスをたとえば10～100 mmHgの低圧で充填することにより対流の発生を困難ならしめることができ、対流による赤外線検出部からの熱の逃げがおさえられて、より高感度の検出が可能となる。

**【0031】**

なお、真空密閉においては、半導体基板1と赤外線透過基板FLとの間の内部空間内にゲッター材料を設けても良い。これにより、内部空間内の圧力を長期間にわたり真空に保



持することができ、赤外線センサの安定性が向上する。ゲッター材料としては、バリウム、チタン、ジルコニウム等を主成分とする材料を用いることができる。

#### 【0032】

赤外線透過基板FLを接着層ADと共に用いる場合、赤外線センサの機械的強度は高くなるため、半導体基板1の厚みを薄くすることができるという利点がある。すなわち、赤外線透過基板FLの接着後に、半導体基板1の裏面を機械的及び化学的に研磨することで薄板化し、貫通孔Pの深さ方向のアスペクト比を小さくすることができる。薄板化工程においては、機械研磨の他に、ドライエッチング又はウェットエッチングを用いることができる。なお、裏面側のプロセスを行う際は、裏面側を上向きとしてプロセスを行う。

#### 【0033】

この薄板化によるアスペクト比の低減は、非常に有用であり、貫通孔Pの形成時間を短くすることができると共に、貫通孔Pの内壁面に容易に良質な絶縁膜Piを形成できるようになる。すなわち、貫通孔Pの内壁面上に絶縁膜Piを形成する場合、貫通孔Pの深さが浅い場合には、プラズマCVD法やスパッタリング法によって被覆性の良い良質な絶縁膜Piを形成できるようになる。

#### 【0034】

換言すれば、接着層ADと赤外線透過基板FLを用いることで、貫通孔Pの内壁面上に形成される絶縁膜Piを良好に製造することができるようになり、結果的には赤外線センサの特性の向上が見込まれるのである。以下、薄板化の利点を纏めておく。

- ・貫通孔Pの深さが浅くなるため、端子（電極パッド）10及びコンタクト電極CEを微細化し、狭間隔で形成することができる。
- ・端子10の面積を小さくすることができるため、赤外線検出部4、6の面積を相対的に大きくすることができ、検出感度を向上させることができる。
- ・貫通孔Pを形成する際のエッチング時間が短くなる。
- ・貫通孔Pの深さが浅いため、絶縁膜Piの被覆性を高めることができる。
- ・絶縁膜Piの被覆性が高くなるため、バンプBと半導体基板1との短絡発生確率を低減させることができる。
- ・貫通孔Pの深さが浅いため、コンタクト電極CEを形成する際のフォトリソグロフ工程における貫通孔Pの底部での露光量のボケ量も小さくなる。
- ・貫通孔P内にいわゆる貫通配線のような長い配線を形成する必要がなくなるため、歩留まりが向上する。

#### 【0035】

上述のように赤外線検出部4、6は、熱起電力が発生する異種材料（アルミニウム、ポリシリコン）を電気的に直列に接続している。この直列接続回路の両端の端子（パッド）10は、半導体基板1の薄膜3上に形成されている。一方、半導体基板1は、接着層ADに対向する位置に赤外線検出部の出力を端子10から取り出すための貫通孔Pを有している。すなわち、貫通孔Pの軸線上に、半導体基板1の外縁部、端子10、接着層AD及び赤外線透過基板FLの外縁部が位置している。

#### 【0036】

なお、端子10は、平面形状が矩形の半導体基板1における2つの隅部に位置する。残りの隅部には、ダミー端子10'が設けられており、赤外線センサの実装安定性を向上させている。

#### 【0037】

貫通孔Pは角錐台形状を有しており、この中に球形に近い形状のバンプBが配置されている。貫通孔Pの径は、半導体基板1の裏面側から表面側に向かって小さくなっており、テーパ状とされている。本例では、一つの貫通孔Pに一つのバンプBが配置されてもよいし、開口径の一方のみが他方よりも非常に長く設定され、貫通孔Pが溝を構成し、その溝に多数のバンプBが配置されていてもよい。また、貫通孔Pの開口径に対する孔深さのアスペクト比（孔深さ／開口径）は望ましくは1以下である。バンプBは、半導体基板1の

貫通孔 P から若干はみ出す部分を有しており、回路基板への取り付けが容易となっている。

【0038】

図 5 は、貫通孔 P の周辺部分の拡大図である。

【0039】

貫通孔 P の内面には、 $\text{SiO}_2$  からなる絶縁膜 P i が形成されている。バンプ B は絶縁膜 P i に当接している。なお、貫通孔 P 内の絶縁膜 P i は、半導体基板 1 の裏面を被覆する絶縁膜 9 に連続している。バンプ B は、薄膜 3 に設けられたコンタクトホール CH 内のコンタクト電極 CE を介して端子 10 に接続されている。すなわち、図 2 を参照すると、一方のバンプ B は、一方の端子 10 を介して、アルミニウム膜 6、ポリシリコン膜 4、アルミニウム膜 6、ポリシリコン膜 4、・・・の順番に電氣的に接続され、ポリシリコン膜 4、配線、他方の端子 10 を介して、他方のバンプ B に電氣的に接続されている。なお、ダミー端子 10' の直下にも、端子 10 の周辺部と同様に、図 3 に示すようなダミー用のバンプ B' を設けることもできる。また、絶縁膜 P i は  $\text{SiO}_2$  に限ったものではなく、PSG、BPSG、 $\text{SiN}$ 、 $\text{SiON}$ 、ポリマーなどの単層絶縁膜もしくはそれらから成る積層膜であってもよい。

【0040】

上述の赤外線センサの機能について説明する。

【0041】

この赤外線センサに入射した赤外線は、反射防止膜コーティングを施したシリコン基板からなる赤外線透過基板（赤外線透過窓）FL を透過し、熱電対等の赤外線検出部 4、6 に入射する。赤外線検出部 4、6 は、これに入射した赤外線を電気信号に変換している。この電気信号は、貫通孔 P を介して外部に取り出される。赤外線検出部 4、6 は、半導体基板 1 と赤外線透過基板 FL との間に介在する接着層 AD によって形成された空間内に配置されている。したがって、赤外線検出部 4、6 の温度変化に対する応答特性は向上している。

【0042】

特に、赤外線検出部 4、6 は、半導体基板 1 に形成された薄膜 3 からなるメンブレン構造上に形成されており、中空部分 2 を薄膜 3 の下部に有しているため、赤外線検出部 4、6 の温度変化に対する応答性が更に向上している。

【0043】

上述のように、貫通孔 P は、接着層 AD に対向する位置に設けられている。したがって、接着層 AD によって画成される空間の内外で圧力差が生じても、貫通孔 P とその底部は接着層 AD によって支持されることとなり、貫通孔 P 及びこれに形成される絶縁膜 P i の劣化・破損が抑制され、赤外線センサの特性、歩留まり、生産性が向上する。

【0044】

また、上述の赤外線センサでは、ポリシリコン膜 4 とアルミニウム膜 6 とが積層して形成されていることにより、1 つの熱電対に対する配置領域が狭くなるため、高密度に熱電対を配置することができる。また、 $\text{SiO}_2$  膜 5 を介してポリシリコン膜 4 とアルミニウム膜 6 を積層したサーモパイルパターンは、3 層構造としたことにより機械的な支持強度が向上し、これが中空部分 2 上部にある薄膜 3 の上部から半導体基板 1 の外延部の上部にわたってメサ状に形成されているため、薄膜 3 の機械的強度を高めることができる。

【0045】

さらに、中空部分 2 上部にある薄膜 3 の上部において接着力を持つ材料からなる単一の塊の赤外線吸収膜 8 が薄膜 3 とサーモパイルパターンの全てを固着させているため、中空部分 2 のため、中空部分 2 の上部にある薄膜 3 で肉薄となっている領域の機械的強度をさらに向上させることができる。また、赤外線吸収膜 8 は、サーモパイルパターンの温接点 11 をすべて覆うように形成されているため、赤外線の吸収により赤外線吸収膜 8 で発生した熱を効率よく温接点 11 に伝えることができる。

【0046】

また、アルミニウム膜 6 は熱伝導率がよいために温接点で得られた熱を半導体基板 1 に伝え逃し、赤外線センサの感度低下を招く可能性があるが、アルミニウム膜 6 はポリシリコン膜 4 上に  $\text{SiO}_2$  膜 5 を介して薄く細く積層されているため、半導体基板 1 と熱絶縁されており、赤外線センサの感度を低下させることはない。また、 $\text{SiO}_2$  膜 5 は、ポリシリコン膜 4 とアルミニウム膜 6 との電気絶縁のみでなく、ポリシリコン膜 4 の熱をアルミニウム膜 6 に伝えにくくするための熱絶縁機能も有している。

【0047】

また、赤外線吸収膜 8 に入射した赤外線が、赤外線吸収膜 8 下に形成されているアルミニウム膜 6 で反射されることにより赤外線センサの感度低下を招く可能性があるが、アルミニウム膜 6 は細く形成されているため反射を最小限にすることができ、反射した赤外線は更に赤外線吸収膜 8 で吸収されるため、赤外線センサの感度を低下させることはない。

【0048】

なお、第 1 実施形態はこれに限られるものではない。中空部分 2 の形状は矩形にかぎられるものではなく、円形などでもよく、その形状に合わせてサーモパイルパターンを形成することができる。

【0049】

次に、上述の赤外線センサの製造方法について説明する。

【0050】

図 6 は赤外線検出部の製造工程を説明するための図である。

【0051】

まず、シリコンからなる半導体基板 1（第 1 のシリコン基板）を用意する。半導体基板 1 の表面上にポリシリコンからなる犠牲層を形成する。この犠牲層は後工程で除去され、中空部分 2 の上部空間 DL を構成することになる。すなわち、犠牲層のエッチング前には、上部空間 DL 内に犠牲層が充填されていたことになる。ここで、中空部分 2 は、犠牲層のみをエッチングすることで形成してもよいし、バルクの半導体基板 1 を厚み方向に更にエッチングすることによって形成してもよい。このような意味で、図 6 における中空部分 2 は半導体基板 1 側を点線で示している。

【0052】

犠牲層の形成後、絶縁層からなる薄膜 3 を半導体基板 1 の表面上に形成し、半導体基板 1 及び犠牲層の露出表面を薄膜 3 で被覆する。なお、上記の犠牲層は、半導体基板 1 の薄膜 3 側に中空部分 2 と略同一サイズで形成されている。次に、ポリシリコン膜 4、絶縁膜 5、アルミニウム膜 6 からなるサーモパイルパターン、及び端子 10 を形成した後、パッシベーション膜 7 を形成する。しかる後、薄膜 3 及びパッシベーション膜 7 を開口し、エッチングホール 13 を形成し、サーモパイルパターン上に赤外線吸収膜 8 を形成する（図 2 参照）。なお、赤外線吸収膜 8 は後述のエッチング後に形成してもかまわない。

【0053】

また、半導体基板（第 1 のシリコン基板）1 の裏面には必要に応じて保護用のマスクを形成しておく。エッチングホール 13 内に導入されるエッチング液には、例えばエチレンジアミンとピロカテコールと水の混合液を温めたものを用いる。なお、半導体基板 1 は（100）基板であり、（100）面が露出している。エッチング液をエッチングホール 13 内に導入すると、エッチングホール 13 からエッチング液がポリシリコンの犠牲層に浸透し、この犠牲層をエッチングしながら、もしくは全てエッチングした後設計に応じて半導体基板 1 の異方性エッチングを開始する。

【0054】

これにより、中空部分 2 を有したメンブレン構造を形成することができる。なお、エッチングは深さ 2 ～ 30  $\mu\text{m}$  程度行う。また、メンブレン構造を形成するためにポリシリコン犠牲層のみをエッチングしてもよい。この場合は、ポリシリコン犠牲層の厚みを 0.2  $\mu\text{m}$  から 3  $\mu\text{m}$  とする。なお、エッチングには、前記エッチング液の他にヒドラジン水溶液などでもよく、あるいは  $\text{XeF}_2$  などを用いたドライエッチングでも可能である。

【0055】

図7は、赤外線透過基板FLの取り付け工程を説明するための図である。

【0056】

中空部分2の形成後、機械的強度の増加も兼ねてシリコンからなる赤外線透過基板（第2のシリコン基板）FLの取り付けを行う。まず、半導体基板（第1のシリコン基板）1の外縁部にパイレックスガラスからなる接着層ADを形成する。接着層ADの上に赤外線透過基板（第2のシリコン基板）FLを重ね合わせ、接着層ADと赤外線透過基板（第2のシリコン基板）FLとを、真空中又は窒素雰囲気中で陽極接合する。なお、接着層ADの形成は前記エッチング前に行っていてもよい。また、接着層ADの形成は赤外線透過基板（第2のシリコン基板）FL側に形成してもよい。

【0057】

しかる後、半導体基板（第1のシリコン基板）1の裏面側を機械的及び化学的に研磨し、半導体基板1を薄板化する。薄板化後の半導体基板1の外縁部の厚みは、50～200 $\mu$ m程度である。

【0058】

図8は、貫通孔Pの形成工程を説明するための図である。

【0059】

次に、半導体基板1の裏面上にエッチング液に耐性のあるマスク9を形成する。ここでは、マスク9はSiNからなることとする。マスク9の貫通孔形成予定領域を開口した後、この開口内にKOH水溶液等のエッチング液を導入し、第1の半導体基板1を内部方向にエッチングする。このウエットエッチングでは異方性エッチングが進行し、薄膜（熱絶縁膜）3にエッチング液が到達した時点でエッチングが停止し、テーパ状の貫通孔Pが形成される。なお、上述のマスク9は、必要に応じて除去し、その後、新たな絶縁膜9を基板裏面上に形成してもよい。

【0060】

なお、エッチング液には、KOH水溶液のほか、ヒドラジン、EDP、TMAHなどのアルカリ水溶液を用いることができる。また、マスク材料としては、SiNの他、SiO<sub>2</sub>などのアルカリ耐性の高い膜を用いることができ、これはCVD法などにより形成することができる。なお、本例の場合、エッチングが完了しても接着層ADを介して赤外線透過基板（第2のシリコン基板）FLが存在するため、エッチング完了時や完了後の膜破損がなく、歩留まりを落とすことなく工程を進めることができる。

【0061】

図9は、バンプ電極の取り付け工程を説明するための図である。

【0062】

次に、貫通孔Pの内壁面上にCVD法又はスパッタリング法によってパッシベーション膜からなる絶縁層Piを形成する。しかる後、絶縁層Piの底部及びこれに対応する薄膜3の領域に開口（コンタクトホールCH）を形成し、端子10の裏面側を露出させる。この端子10の露出面上に無電解メッキなどによってコンタクト電極（アンダーバンプメタル）CEを形成する。バンプBを貫通孔P内に配置し、コンタクト電極CEに接触させる。なお、バンプBのコンタクト電極CEとは反対側の端部は半導体基板1の裏面から突出している。

【0063】

コンタクト電極CEは、無電解メッキのほかに蒸着、スパッタなどにより形成することもできる。コンタクト電極CEの材質は、Ni、Au、Cr、Cu、Ptなどのメタル単層、合金あるいはそれら積層膜であってよい。コンタクト電極CEに接触するように、半田などからなるバンプBが形成されるが、バンプBの形成には、ボール搭載法や印刷法、メッキ法、ボンディング法などを用いることができる。ボール搭載法では、バンプ形成部が凹となっており位置ずれを防止でき、また、印刷法では凹部に直接半田ペーストをスクレイジで埋設してリフローすることでボールを形成することが可能となる。

【0064】

上述の工程をウエハ状態で行い、最後に基板接合部をダイシングすることでチップが完

成する。すなわち、上述のバンプ配置工程の後、接着層 A D を介して陽極接合された半導体基板もしくは赤外線透過基板 F L 上の領域を、ダイシングラインに設定し、このダイシングラインを切断する。すなわち、複数の赤外線センサを形成する場合、貫通孔 P の形成後に、赤外線センサ間のダイシングライン上を切断すると、個々の赤外線センサに分離することができる。この場合、半導体基板 1 及び赤外線透過基板 F L の貼りあわせ及び貫通孔 P の形成が終了しているので、当該ダイシングによって、チップサイズの個々の赤外線センサに分離することで、最終出荷形態に近い製品が完成する。したがって、この製造方法によれば、小型薄型の赤外線センサが低コストで生産性高く製造できることとなる。

#### 【0065】

図 10 は、基板裏面に対して略垂直にエッチングして形成された貫通孔 P を有する赤外線センサの断面図である。

#### 【0066】

この赤外線センサは、貫通孔 P の形状以外は、上述の赤外線センサと同一である。バンプ B が形成される貫通孔がドライエッチングで作られる場合、その形成方法はアルカリウエットエッチングとほぼ同じであり、エッチング用のマスク 9 を  $\text{SiO}_2$  又はレジスト又はアルミニウムなどの金属層またはそれら積層膜として、反応性イオンエッチング (RIE) 法を用いて半導体基板 1 の貫通孔該当箇所をドライエッチングする。

#### 【0067】

シリコンとアルミニウムの端子 10 直下の薄膜 (絶縁膜) 3 において、エッチングは選択的にストップする。RIE として高密度プラズマを用いた ICP-RIE を用いれば、エッチング速度が速く略垂直にエッチング可能となる。エッチングマスクとしてレジストを用いた場合にはそのレジストを酸素アッシングなどにより除去し、貫通孔形成後の工程を実行する。貫通孔 P の平面形状としては円形にすることもできる。

#### 【0068】

図 11 は、赤外線センサから赤外線透過基板 F L を省略して示す別の実施形態に係る赤外線センサの平面図である。この平面図の表記は図 2 に準ずる。図 12 は、図 11 に示した赤外線センサの X I I - X I I 矢印断面図である。

#### 【0069】

この赤外線センサは、図 2 に示したものと比較して、中空部分 2 の形状とその部分の製造方法のみが異なり、他の構成及び製造方法は同一である。なお、本例の場合、中空部分 2 が半導体基板 1 の裏面側に開放しているため、エッチングホールは省略される。

#### 【0070】

中空部分 2 の形成方法を説明すると、中空部分 2 を形成していない半導体基板 1 の表面に薄膜 3、サーモパイルパターン、パッシベーション膜 7、赤外線吸収膜 8 を形成した後、半導体基板 1 の薄膜 3 が形成されているのとは反対側の面 (裏面) に、シリコンエッチング液に耐性のある  $\text{SiN}$  などからなるマスクを形成する。そして、中空部分 2 を形成したい領域の当該マスクを開口し、半導体基板 1 の表面を保護しながらエッチングを行う。

#### 【0071】

これにより、裏面のマスクの開口部からエッチングが開始し、エッチング液に耐性のある薄膜 3 に到達するとエッチングが止まる。エッチング液には、例えば  $\text{KOH}$  水溶液等を用い、第 1 の半導体基板 1 に (100) 基板を用いると、異方性エッチングを行うことができる。このエッチングにより、図 12 に示す中空部分 2 を有したメンブレン構造を形成することができる。なお、この裏面のエッチングは、第 1 の実施形態で説明した裏面からの貫通孔 P の形成と同時に行うことができる。

#### 【0072】

なお、半導体基板 1 の裏面側には必要に応じて絶縁膜 9 が形成されている。また、必要に応じて半導体基板の裏面で開放されている中空部分 2 を空間を設けるように基板などを接着することにより塞いでもよい。こうすることによりメンブレンの破損を防ぐことが可能となる。

#### 【0073】

また、上述の中空部分 2 の形状は矩形にかぎられるものではなく、円形などでもよく、その形状に合わせてサーモパイルパターンを形成することができる。また、エッチングホールを用いる場合、その形状及び箇所は、サーモパイルパターンにより変更することが可能である。

#### 【0074】

図 13 は、上述の赤外線検出部 4, 6 を複数備えた赤外線センサの断面図である。ここでは、説明の明確化のため、赤外線検出部 4, 6 を符号 I R P で示し、詳細構成の記載を省略する。赤外線センサは、半導体基板 1 と赤外線透過基板 F L との間に内部空間 S P を有している。この空間 S P 内には、赤外線透過基板 F L の赤外線検出部 I R P 側への撓みを抑制する撓み防止壁（スペーサ）S T P が設けられている。

#### 【0075】

赤外線透過基板 F L が撓んだ場合、これが赤外線検出部 I R P に当接し、赤外線検出部 I R P とが熱的に接続されて感度が減少したり、あるいは破損することがある。この撓み防止壁 S T P は、かかる感度減少と破損を防止するために設けられており、撓み防止壁 S T P の半導体基板 1 からの高さは、赤外線検出部 I R P の高さよりも高く、赤外線透過基板 F L が撓んだ場合には、これが撓み防止壁 S T P に当接し、赤外線透過基板 F L の撓み量が抑制される。

#### 【0076】

赤外線検出部 I R P の数は複数であり、個々の赤外線検出部 I R P は画素を構成し、独立に信号を出力するが、本例では説明の明確化のため、出力取り出し用のバンプ B は 2 つのみ表示してある。撓み防止壁 S T P は、下に中空部分のない薄膜 3 上に形成されており、赤外線検出部 I R P 間に設けられている。赤外線検出部 I R P が複数である場合には、赤外線透過基板 F L と共にセンサは大型化するが、撓み防止壁 S T P が赤外線検出部 I R P 間に設けられているので、撓み量を全体的に抑制することができる。なお、撓み防止壁 S T P の形成位置は、隣接する中空領域 2 の間の領域に設定される。

#### 【0077】

撓み防止壁 S T P については、以下に詳説しておく。

#### 【0078】

1 次元もしくは 2 次元の赤外線検出部アレイを製作する際には、チップサイズが大きくなる。このチップサイズが大きい場合、チップ周囲のみで半導体基板 1 と赤外線透過基板 F L を接着すると、内部空間 S P の平面方向のサイズが大きくなる。したがって、ウエハの反りや外力（例えばウエハ接合時やチップ化した後の実装時）により、基板表面の赤外線検出部 I R P と赤外線透過基板 F L が接触してしまう恐れがあり、素子部を破損させたり、あるいは、赤外線透過基板 F L の接触による熱の逃げによる感度低下などの問題が発生する。

#### 【0079】

上記問題の解決策として、隣接する画素間あるいは、ある画素間隔の画素間で撓み防止壁 S T P が設けられている。これにより、内部空間 S P の平面方向のサイズを小さくし、ウエハの反りや外力による赤外線検出部 I R P と赤外線透過基板 F L の接触を防ぐことができる。また、撓み防止壁 S T P は、フリップチップボンディング等の実装の際、圧力印加による素子破壊を抑制することができる。

#### 【0080】

撓み防止壁 S T P は、半導体基板 1 上の撓み防止壁を形成したい箇所に、Al、Ti、Au、Ni、Ti、Cr、W、Si、Pt、Cu、SiN、SiO<sub>2</sub>、BPSG、PSG などの材料やそれら化合物もしくは合金を単層や積層して蒸着やスパッタ、CVD などで堆積し、エッチングやリフトオフなどによりパターンニングして形成する。この形成にはメッキ法を用いてもよい。また、この形成にはガラスフリットや樹脂、半田ペーストを印刷して硬化させても良い。更には、感光性の樹脂を用いても良い。感光性樹脂の樹脂主成分としては、ポリイミドやアクリレート、PMMA、シリコン、エポキシなどがあげられる。感光性樹脂は工程が少なく非常に安価で形成可能となる。

## 【0081】

以上、説明したように、上述の赤外線センサの製造方法は、半導体基板1に薄膜3からなるメンブレン構造を形成する工程と、メンブレン構造上に赤外線検出部IRPを形成する工程と、半導体基板1と、シリコンからなる赤外線透過基板FLとの間に、空間を与えられるよう接着層ADを半導体基板1または赤外線透過基板FLもしくは双方の基板に部分的に形成した後、この接着層ADを介して半導体基板1と赤外線透過基板FLとを貼り合わせる工程と、半導体基板1の赤外線透過基板FLとは反対側から、半導体基板1に貫通孔Pを形成する工程とを備えている。

## 【0082】

また、貫通孔Pは、接着層ADに対向する位置に設けられている。この製造方法によれば、貫通孔形成時の貫通孔とその底部、絶縁膜Pi等の破損・劣化を、接着層ADによる支持によって抑制することで、特性の優れた上述の赤外線センサを製造することができる。

## 【0083】

また、赤外線検出部IRPとして、サーモパイルの他、ボロメータ、サーミスタ、焦電素子、バイメタル素子、ダイオード、水晶振動子、ゴレーセルを用いることもできる。

## 【0084】

これまでの説明では赤外線透過基板FLとしてシリコン基板を用いたが、赤外線透過基板FLはシリコン基板の他、ゲルマニウム基板や赤外線透過ガラスなどの赤外線を透過する基板を用いることもできる。

## 【0085】

また、接着層ADの材料としては、低融点ガラス、半田、金属（単体、合金）、樹脂などを用いることができ、その接着強度、信頼性を増加させるために単層、積層であっても良い。上述の接着方法は陽極接合に限ったものではなく、必要に応じて熱、圧力あるいは超音波などを印加して接着すれば良い。また、図示していないが接着層ADと基板との密着を良くするための密着層を設けてもよい。接着層ADを、赤外線透過基板FL側に設けてから接着を行ってもよく、双方に設けてから接着を行っても良い。さらに、接着層ADは赤外線透過基板FL側にのみ設けても構わない。

## 【0086】

また、赤外線検出部からの入出力端子10を直接バンプ電極に接続する手法の他に、赤外線検出部の出力信号を処理する回路を半導体基板1上に設け、この回路の入出力端子とバンプ電極を接続する構成としてもよい。また、基板温度をモニタするためのサーミスタやダイオードを半導体基板1上に形成し、その端子とバンプを電気的に接続することもできる。

## 【0087】

また、半導体基板側から入射する赤外線の迷光を防ぐために、半導体基板の赤外線透過基板と反対側の面で、貫通孔の無い部分に、たとえば金属などの遮光膜を設けてもよい。

## 【0088】

また、赤外線検出部から輻射で半導体基板側に熱が逃げるのを防ぐために、半導体基板の赤外線検出部に対向する面に金属等からなる赤外線反射膜を設けてもよい。こうすることで、半導体基板側から入射する赤外線を半導体基板自体からのものも含めてさえぎることができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0089】

本発明は、赤外線センサ及びその製造方法に利用することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0090】

【図1】実施の形態に係る赤外線センサの側面図である。

【図2】実施形態に係る赤外線センサの正面図（赤外線センサから赤外線透過基板を除いた平面図）である。

【図 3】 赤外線センサの底面図である。

【図 4】 図 2 における赤外線センサの I V - I V 矢印断面図である。

【図 5】 貫通孔 P の周辺部分の拡大図である。

【図 6】 赤外線検出部の製造工程を説明するための図である。

【図 7】 赤外線透過基板 F L の取り付け工程を説明するための図である。

【図 8】 貫通孔 P の形成工程を説明するための図である。

【図 9】 バンプの取り付け工程を説明するための図である。

【図 10】 基板裏面に対して略垂直にエッチングして形成された貫通孔 P を有する赤外線センサの断面図である。

【図 11】 赤外線センサから赤外線透過基板 F L を省略して示す別の実施形態に係る赤外線センサの平面図である。

【図 12】 図 11 に示した赤外線センサの X I I - X I I 矢印断面図である。

【図 13】 赤外線検出部 4, 6 を複数備えた赤外線センサの断面図である。

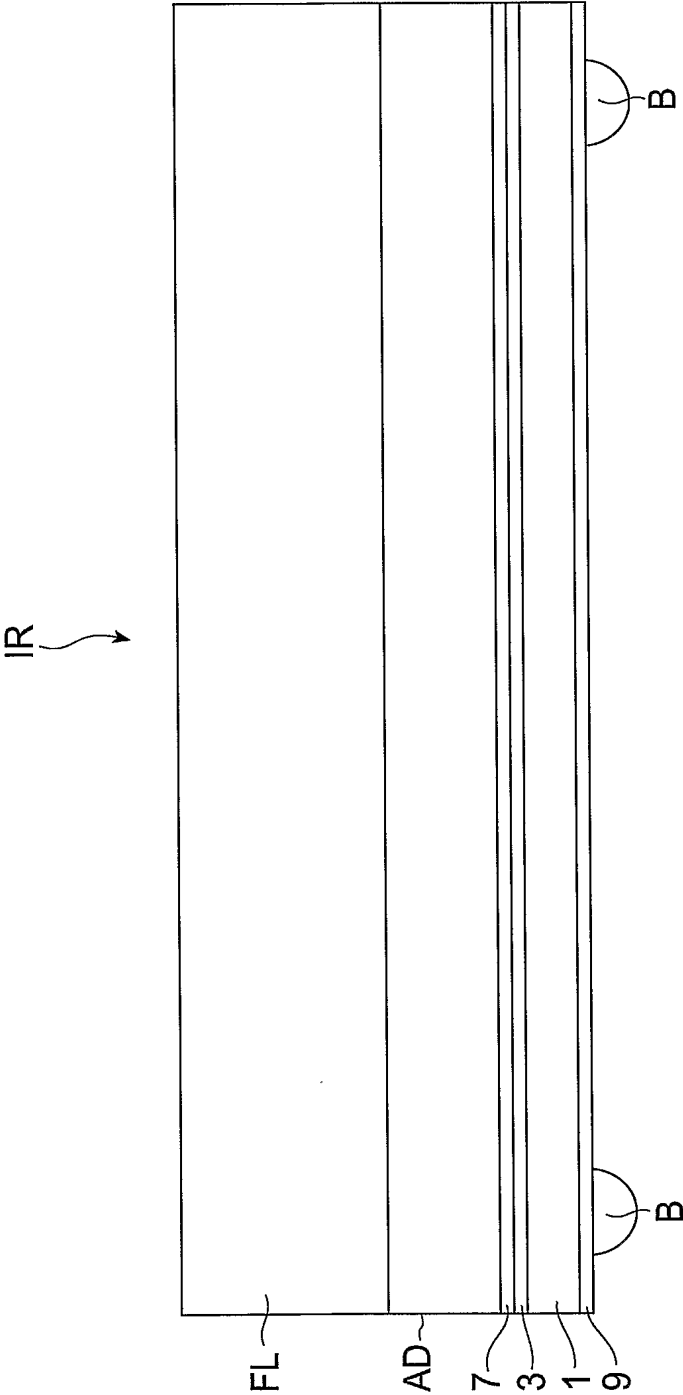
【符号の説明】

【0091】

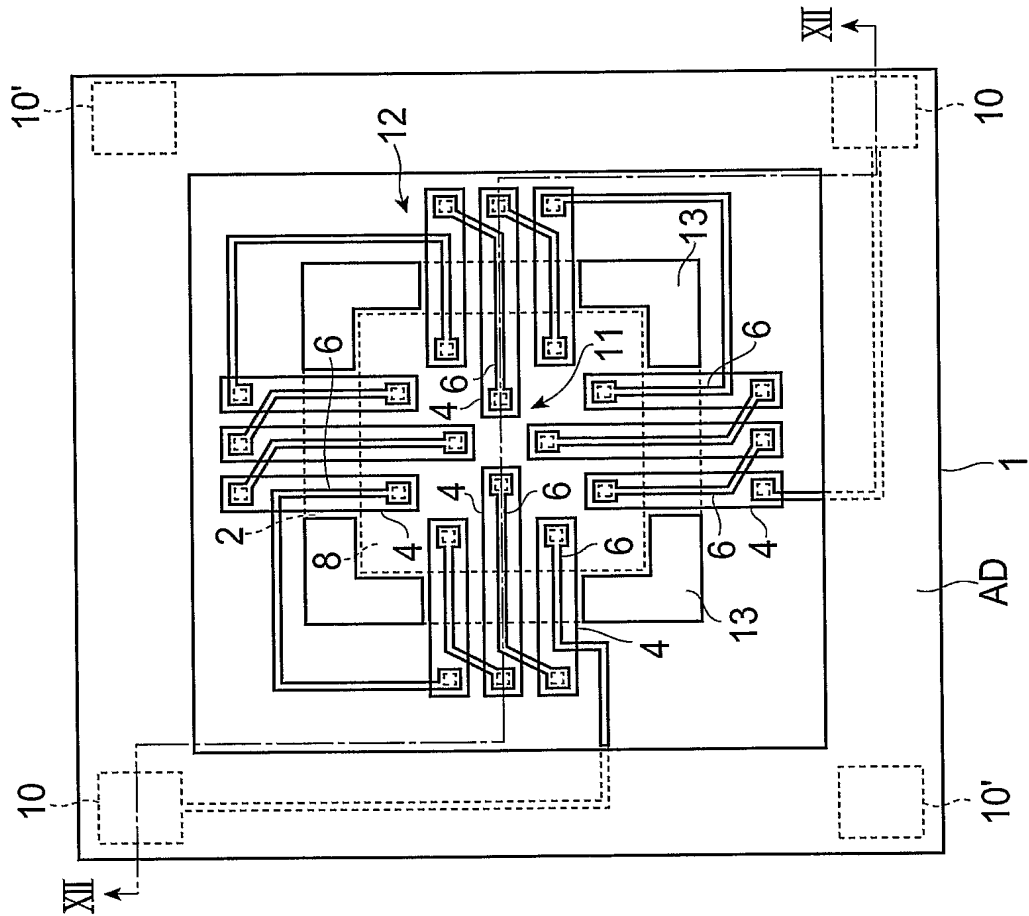
1・・・半導体基板、2・・・中空部分、3・・・薄膜、4・・・ポリシリコン膜、5・・・絶縁膜、6・・・アルミニウム膜、7・・・パッシベーション膜、8・・・赤外線吸収膜、9・・・絶縁膜、10・・・端子、11・・・温接点、12・・・冷接点、13・・・エッチングホール、A D・・・接着層、B・・・バンプ、C E・・・コンタクト電極、C H・・・コンタクトホール、D L・・・上部空間、F L・・・赤外線透過基板、I R P・・・赤外線検出部、P・・・貫通孔、P i・・・絶縁膜、S P・・・内部空間、S T P・・・撓み防止壁。



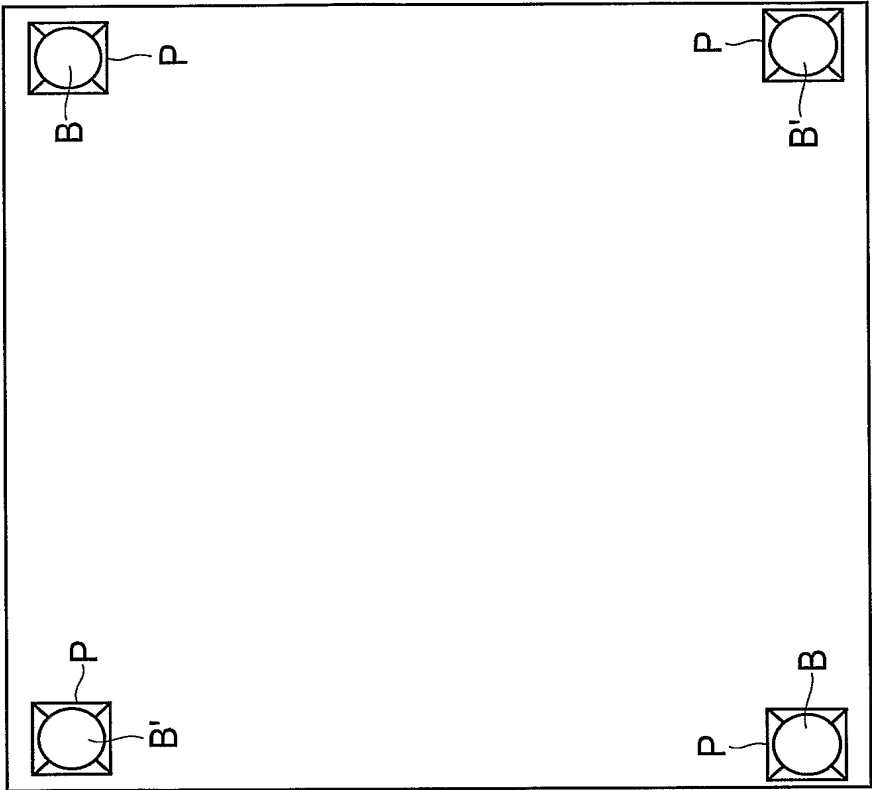
【書類名】 図面  
【図 1】



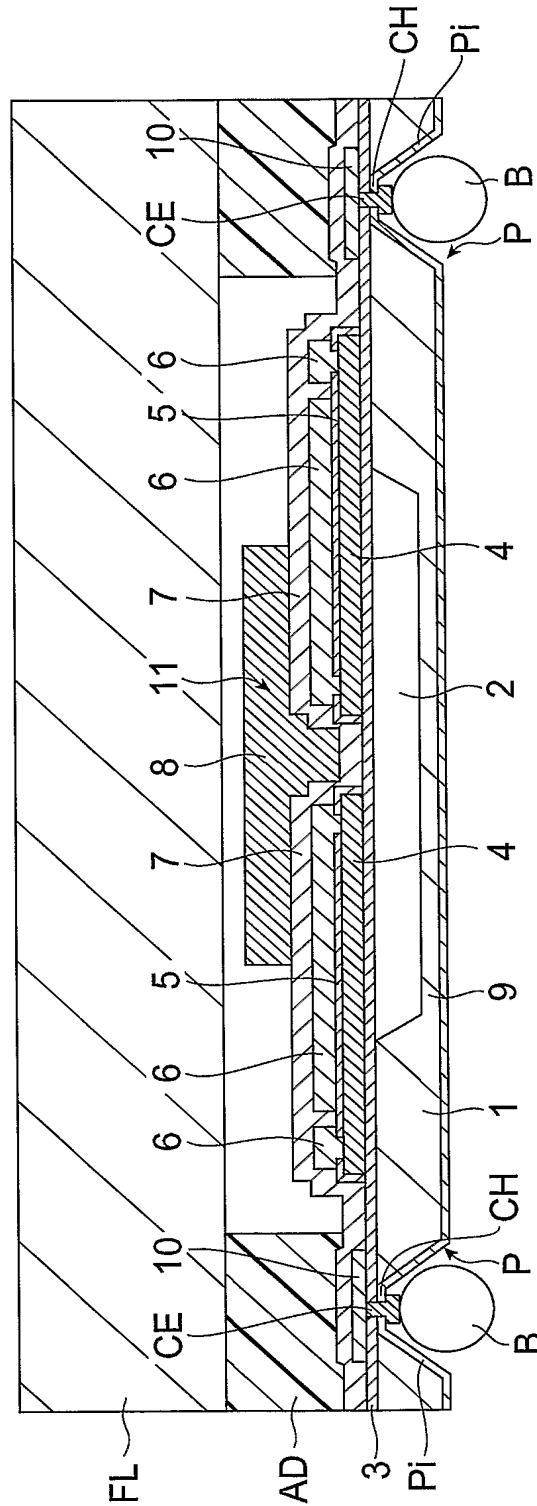
【図 2】



【図 3】

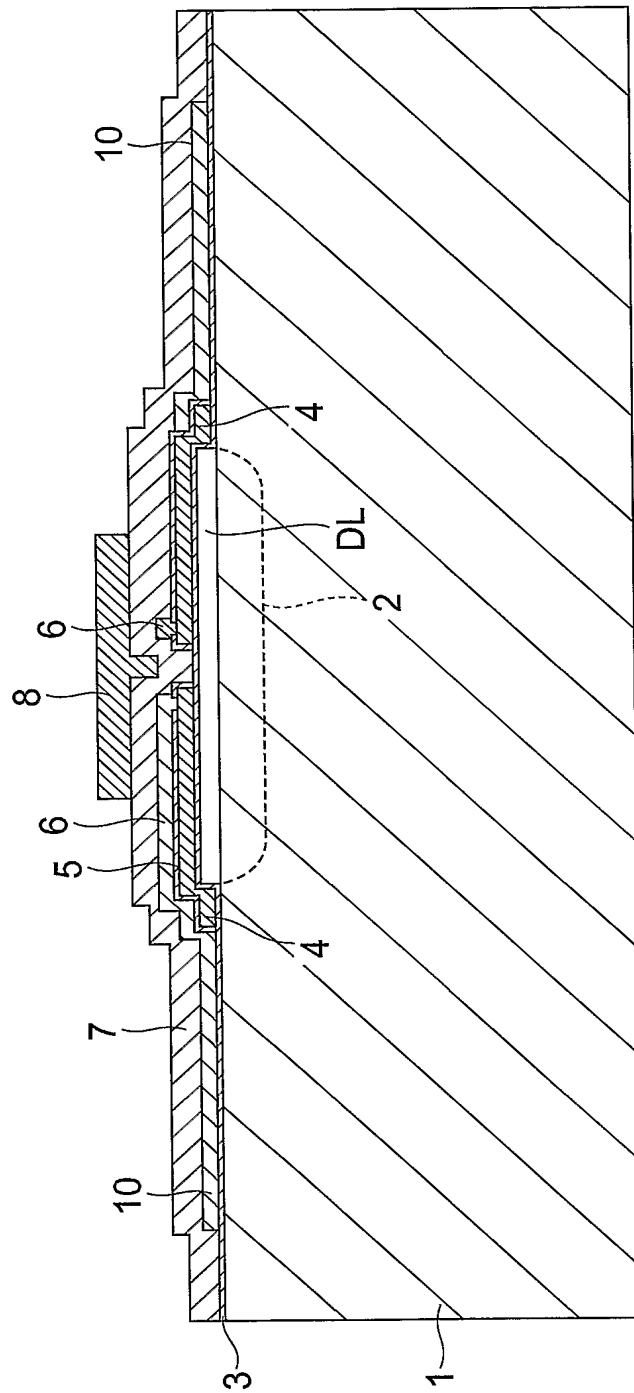


【図 4】

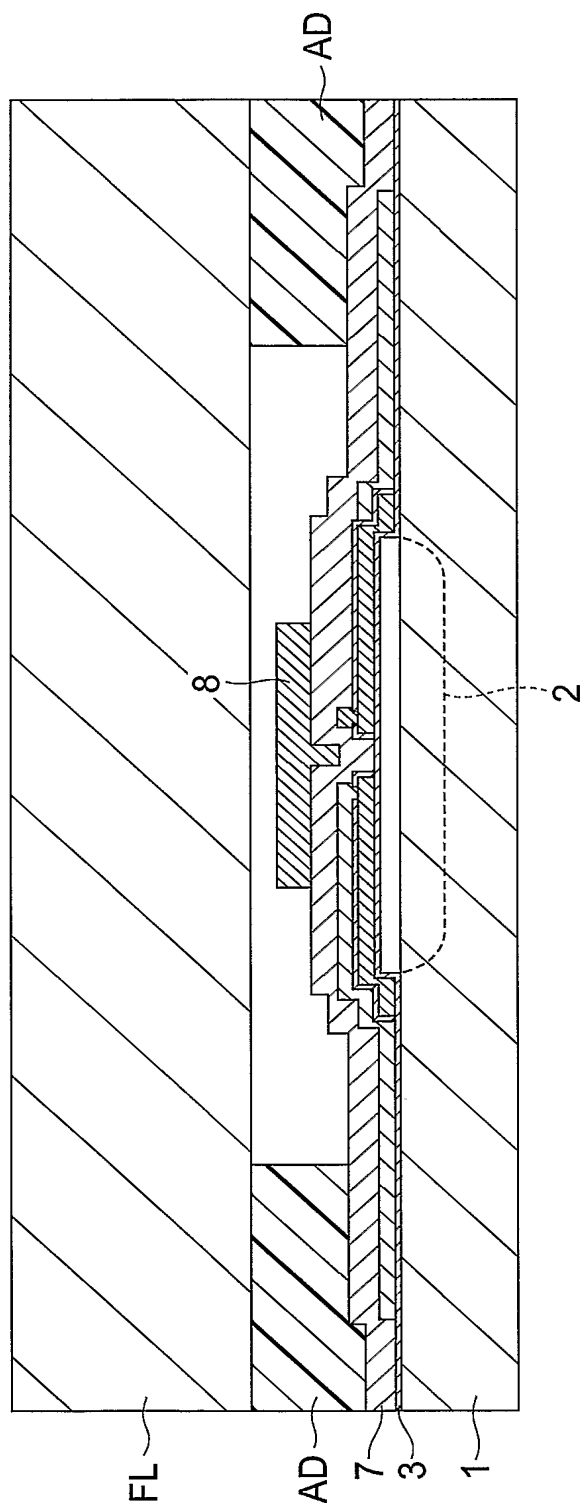




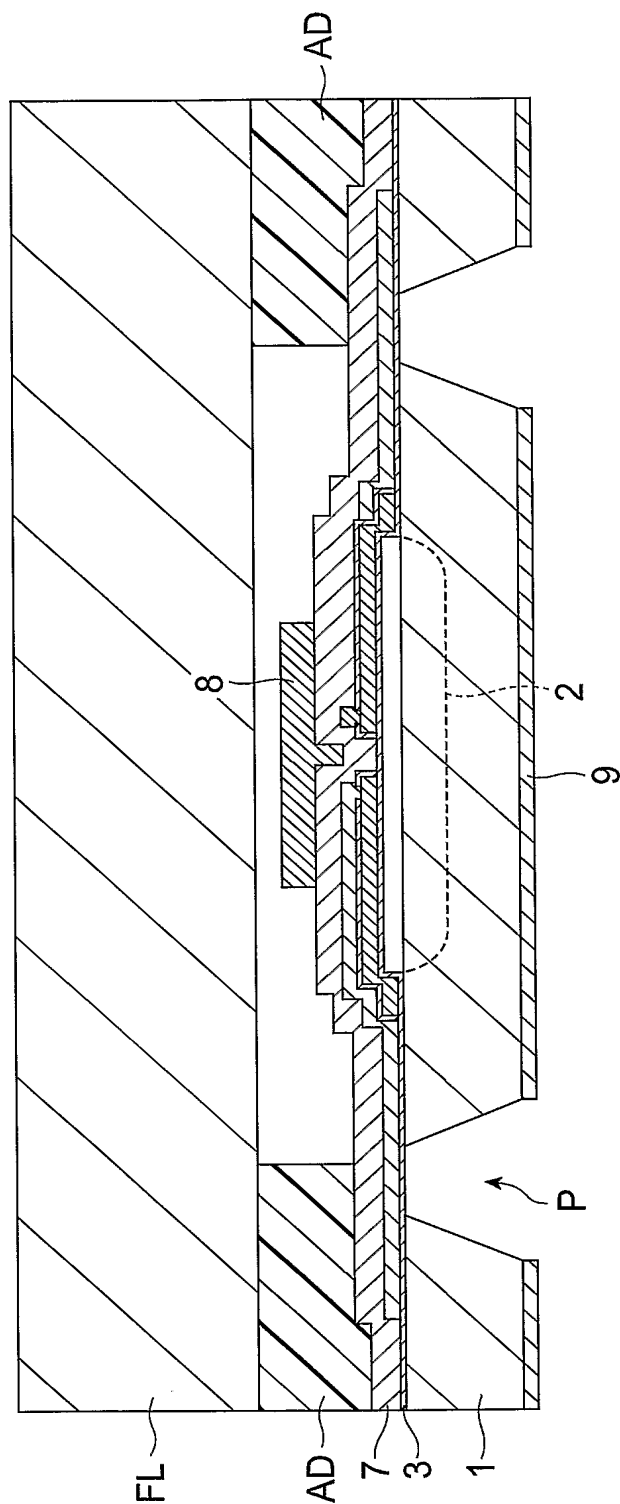
【図 6】



【图 7】

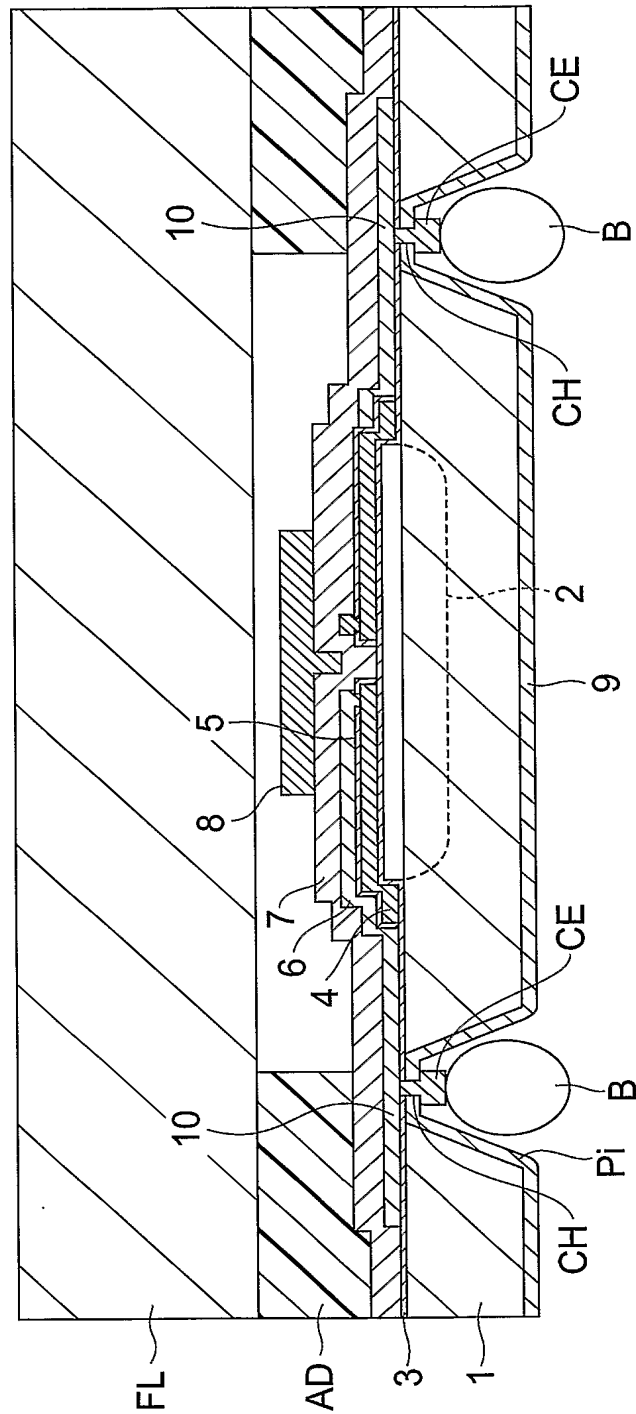


【図 8】

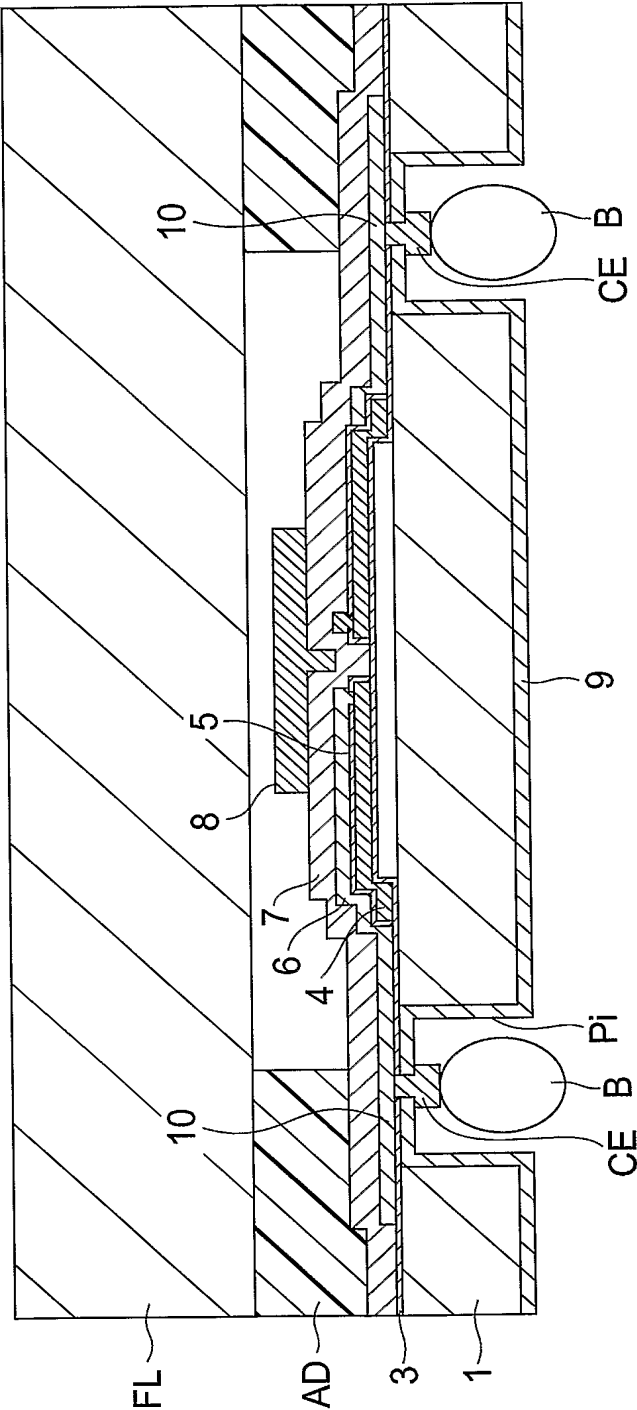




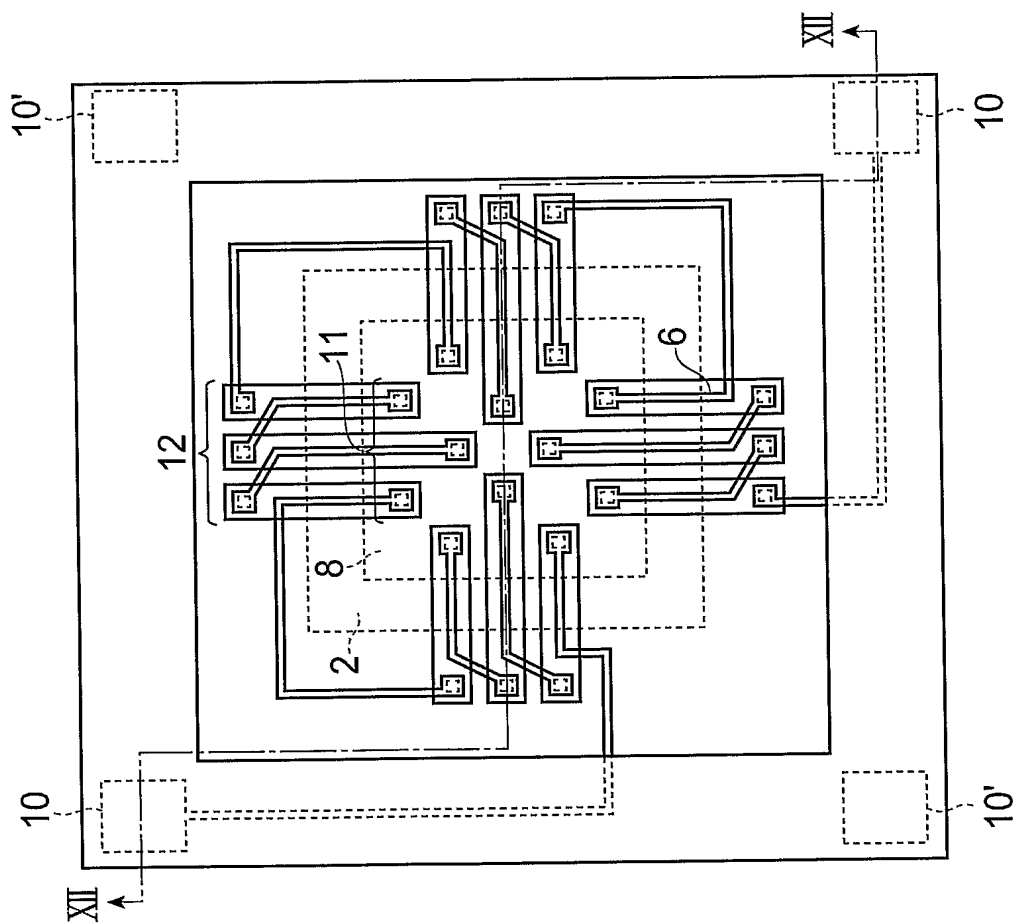
【図 9】



【図 10】

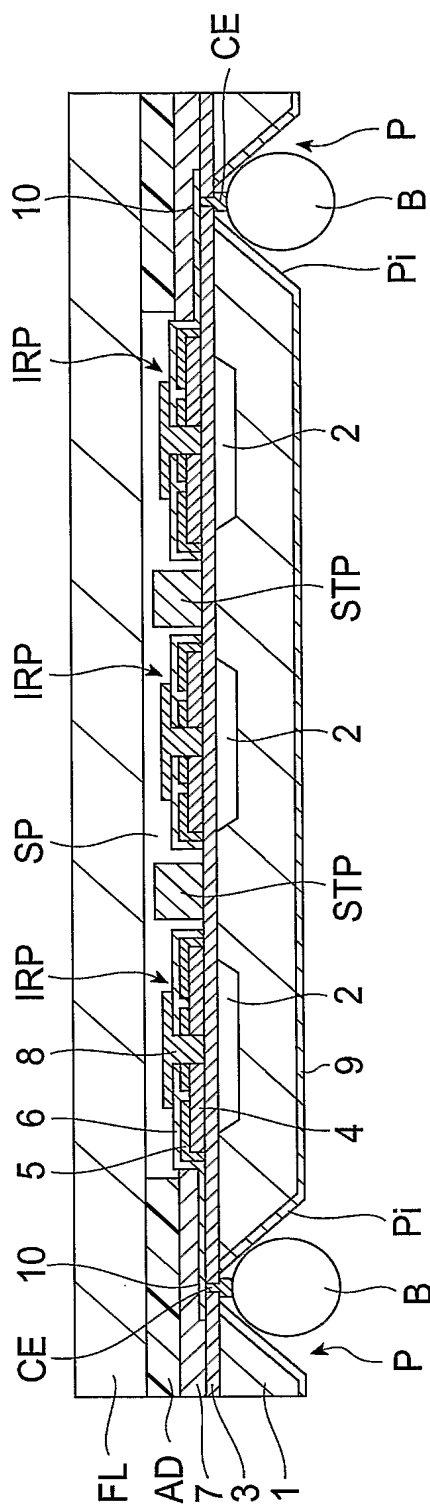


【図 11】





【図 13】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 特性を向上可能な赤外線センサ及びその製造方法を提供する。

**【解決手段】** この赤外線センサに入射した赤外線は、AR コートを施したシリコン基板などからなる赤外線透過基板（赤外線透過窓）FL を透過し、熱電対等の赤外線検出部 4, 6 に入射する。赤外線検出部 4, 6 は、これに入射した赤外線を電気信号に変換している。この電気信号は、貫通孔 P を介して外部に取り出される。赤外線検出部 4, 6 は、半導体基板 1 と赤外線透過基板 FL との間に介在する接着層 AD によって形成された空間内に配置されている。貫通孔 P は、接着層 AD に対向する位置に設けられている。接着層 AD によって画成される空間の内外で圧力差が生じて、貫通孔 P とその底部は接着層 AD によって支持されることとなり、貫通孔 P とその底部及びこれに形成される絶縁膜 P i の劣化・破損が抑制され、赤外線センサの特性が向上する。

**【選択図】** 図 4

特願 2 0 0 4 - 0 5 2 1 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 6 4 3 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社